UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1936-1937. — N° 37

LES DYSCHROMATOPSIES ET LEUR DÉPISTAGE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le lundi 14 décembre 1936

PAR

Guy-Gaston-Émile BRETEAU

Élève du Service de Santé de la Marine

Né à BREST (Finistère), le 3 février 1911

Examinateurs de la Thèse :

MM. TEULIÈRES, professeur ..... *Président.*

CHELLE, professeur .....

BEAUVIEUX, agrégé ..... *Juges.*

WANGERMEZ, agrégé .....

BORDEAUX

IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DELMAS

6, Place Saint-Christoly, 6

1936

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1936-1937. — N° 37

LES DYSCHROMATOPSIES ET LEUR DÉPISTAGE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le lundi 14 décembre 1936

PAR

Guy-Gaston-Émile BRETEAU

Élève du Service de Santé de la Marine

Né à BREST (Finistère), le 3 février 1911

Examinateurs de la Thèse

MM. TEULIÈRES, professeur ..... *Président.*

CHELLE, professeur .....

BEAUVIEUX, agrégé ..... *Juges.*

WANGERMEZ, agrégé .....

BORDEAUX

IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DELMAS

6, Place Saint-Christoly, 6

1936

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESSEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. POUSSON, MOURE, RIVIÈRE, BARTHE, DENIGÈS, BEILLE, CASSAËT, CHAVANNAZ, PACHON.

PROFESSEURS :

	MM.		MM.
Clinique médicale	MAURIAC.	Zoologie et parasitologie	MANDOUL.
id.	DUPÉRIÉ.	Médecine expérimentale	AUBERTIN.
Clinique chirurgicale	BÉGOUIN.	Clinique ophtalmologique	TEULIÈRES.
Clinique chirurgicale et gynécologique	GUYOT.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales	CARLES.	Clinique méd. des maladies des enfants	CRUCHET.
Clinique d'accouchements	ANDÉRODIAS.	Chimie biologique et médicale	DELAUNAY
Anatomie pathol. et microscopie clinique	SABRAZÈS.	Physique médicale et pharmaceutique	C. SIGALAS.
Anatomie	VILLEMIN.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques	BONNIN.
Anatomie générale et histologie	G. DUBREUIL.	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques	PETGES.
Hygiène	LEURET.	Clinique des maladies des voies urinaires	DUVERGEY
Médecine légale et déontologie	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales	ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médic.	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
Chimie	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée	LABAT.
Botanique et matière médicale	GOLSE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie	CREYX.
Pharmacie	DUPOUY.	Clinique dentaire	DUBECQ.

MM. LACOSTE (Histologie). PERY (Obstétrique). PERRENS (Maladies mentales). PAPIN (Chirurgie générale). R. SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles). JEANNENEY (Chirurgie générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie	N.	Chirurgie générale	MASSÉ.
id.	DUFOUR.	id.	DARGET.
Physiologie	FABRE.	Obstétrique	RIVIÈRE.
Médecine générale	PIÉCHAUD.	Ophtalmologie	BEAUVIEUX.
id.	DELMAS-MARSALET.	Oto-rhino-laryngologie	DESPONS.
id.	DE GRAILLY.	Dermatologie et syphiligraphie	JOULIA.
id.	FONTAN.	Physique médicale	WANGERMEZ.
id.	BROUSTET.	Chimie générale pharmaceut. et toxicologie	VITTE.
id.	DERVILLÉE.		

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Physiologie	FABRE.	Physique médicale et pharmaceut que	WANGERMEZ
Médecine opératoire	PAPIN.	Médecine légale	DERVILLÉE.
Accouchements	RIVIÈRE.	Urologie	DARGET.
Pathologie médicale	DELMAS-MARSALET.	Botanique	GIRARD.
Puériculture	FAUGÈRE.	Bactériologie	MOUREAU.
Pharmacie chimique	VITTE.	Législation pharmaceutique	POPLAWSKI.
Zoologie et parasitologie	R. SIGALAS.		

Ophtalmologie ..... MM. CABANNES (en congé).

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A MON PERE

Qui nous donna toujours l'exemple de
la plus haute conscience professionnelle.

A MA MERE

En témoignage de notre affection.

A MA FEMME

A MES BEAUX-PARENTS

Avec toute notre reconnaissance.

A TOUS CEUX QUE J'AIME
PARENTS ET AMIS

A Monsieur le Médecin Général CAZAMIAN

Directeur de l'Ecole Principale
du Service de Santé de la Marine et des Troupes coloniales,
Officier de la Légion d'honneur,
Officier du Mérite maritime.
Officier de l'Instruction publique.

A Monsieur le Médecin en chef FERRET

Sous-Directeur de l'Ecole Principale
du Service de Santé de la Marine et des Troupes coloniales,
Officier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.

A MES PROFESSEURS

Au Docteur R. ONFRAY

Médecin-expert des tribunaux de la Seine.

Qui nous a conseillé et nous a réservé un accueil bienveillant dans son laboratoire.

Au Docteur BIDEAU

Médecin principal de la Marine,
Chevalier de la Légion d'honneur,

Qui nous a aidé dans nos travaux et nous a toujours témoigné une grande sollicitude.

A MES JUGES

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR TEULIERES

Professeur de Clinique ophtalmologique,
Officier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.

Qui nous inspira ce travail. Avec toute notre reconnaissance pour le grand honneur qu'il nous fait de bien vouloir le présider.

LES DYSCHROMATOPSIES
ET LEUR DÉPISTAGE

INTRODUCTION

Le développement des moyens de communication donne au dépistage des dyschromatopsies une importance chaque jour accrue.

On comprendra facilement tout l'intérêt que présente la recherche de ces anomalies, même discrètes, quand on songe à l'importance des signaux colorés dans la marine, l'aviation et les chemins de fer. En ce qui concerne ces derniers, M. Ginestou rapporte que « 9,5 p. 100 des accidents de chemin de fer, en France, ont été imputables à une perception défectueuse des couleurs chez le personnel roulant ».

Nous nous proposons donc, après un bref rappel des différents types de dyschromatopsie et des théories qui veulent en expliquer la pathogénie, d'étudier plus particulièrement leurs moyens de dépistage.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

C'est en 1777 que l'on trouve pour la première fois dans les annales de la médecine la notion de dyschromatopsie, dans une lettre de Joseph Huddart, capitaine de vaisseau, au physicien Priestly. Cette lettre concernait un cordonnier de Mary-port, nommé Harris, ainsi que son frère, patron d'un bâtiment, atteints tous deux de cécité pour le rouge.

En 1790, cet Harris fut examiné par John Dalton à l'aide de rubans colorés. Le savant anglais était lui-même affligé de cette infirmité. Le premier, il donna une bonne description de l'anomalie qui porte son nom. En 1792, Gœthe rapporte, dans *Zur Farbenlehre*, le cas de deux sujets qui confondaient le rose et le bleu, et il qualifie leur anomalie d'acyanoblepsie.

Le premier qui ait envisagé le côté pratique de la question est G. Wilson, Professeur de technologie à l'Université d'Edimbourg. Il décida certaines compagnies anglaises de chemin de fer à procéder à un examen systématique de leurs employés.

En 1875, la catastrophe de chemin de fer de Lagerlunda et la collision des vapeurs *Isaac-Bell* et *Lumbermann* attirèrent l'attention sur les dangers de la cécité des couleurs.

Le Docteur Favre, de Lyon, examina un certain nombre de sujets à l'aide de laines colorées. Grâce à lui, le contrôle du personnel des chemins de fer, au point de vue du sens chromatique, a été introduit sur la ligne du P.-L.-M.

Le Docteur Blaschko fit de même en Allemagne.

Enfin, Holmgren, de l'Université d'Upsal, fit paraître en 1877 un traité intitulé : *De la cécité des couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la marine* et mit la question au point.

CHAPITRE II

DEFINITION ET FREQUENCE

Définition. — On désigne sous le nom de dyschromatopsies tous les troubles, congénitaux ou acquis, de la vision des couleurs.

Les troubles congénitaux, que l'on nomme communément « daltonisme », revêtent souvent un caractère familial. Beaucoup plus fréquents chez l'homme, il semble qu'ils soient plutôt transmis par les femmes.

L'achromatopsie totale, absence de toute perception colorée, en est le degré extrême. Elle se rencontre très rarement.

Fréquence. — La dyschromatopsie est une infirmité très fréquente, puisque la plupart des statistiques donnent un résultat qui approche 8 p. 100, du moins en ce qui concerne les hommes.

Dans une statistique faite en 1926, Planta, de Bâle, avait trouvé, sur 2.000 garçons examinés, 159 anormaux, soit 7,95 p. 100, et, sur 3.000 filles, 13 anormales, soit 0,43 p. 100.

Blum et Shaaf donnent un chiffre plus fort : 11 p. 100, dont 4 p. 100 de daltoniens absolus, et 7 p. 100 de daltoniens relatifs.

Dans une statistique récente, portant sur 9.540 individus postulant à des emplois divers, De Laet et van de Claseyde découvrirent 7,4 p. 100 d'anormaux, et, sur 2.288 sujets examinés plus à fond, 7,7 p. 100 de dyschromatopes.

Araganaras et Adrogué ont trouvé, en examinant 1.500 personnes du sexe masculin, 90 anormaux, soit 6 p. 100, se décomposant de la façon suivante :

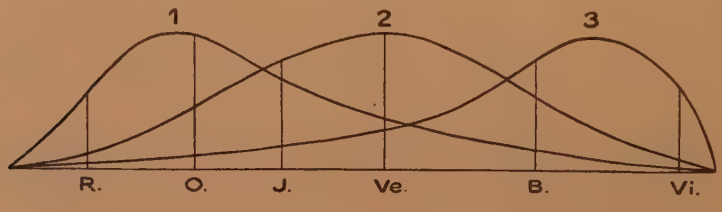
— protanopes, 27;
— deutéranopes, 25;
— protanomaux, 8;
— denteranomaux, 14;
— débiles, 16.

CHAPITRE III

THEORIES DE LA VISION DES COULEURS

Théorie de Young Helmotz.

Ces auteurs admettent trois couleurs fondamentales : le rouge, le vert et le violet, et trois sortes d'éléments correspondants dans le nerf optique. Un premier élément serait excité plus fortement par une radiation de grande longueur d'onde correspondant au rouge, un second élément par une radiation de longueur d'onde moyenne (vert jaune), et un troisième par une couleur de faible longueur d'onde (bleu ou violet). Chacun de ces éléments est excité à des degrés divers par les différentes oscillations de l'éther.



Un diagramme nous permettra de mieux comprendre la façon dont chaque élément se comporte vis-à-vis des différentes lumières. Portons en abscisse les différentes sortes de lumière dans l'ordre qu'elles occupent dans le spectre, et en ordonnée l'excitabilité des éléments respectifs. Nous obtenons trois courbes, correspondant chacune à un élément.

Ces courbes permettent d'expliquer dans quelle proportion se trouve chaque couleur fondamentale dans une cou-

leur donnée du spectre; ainsi le rouge excite fortement l'élément percepteur de rouge et beaucoup moins ceux du vert et du violet, d'où la sensation de rouge qui devient orangé à mesure que l'excitation de l'élément percepteur de vert augmente.

Lorsque l'un des éléments percepteurs fait défaut, on se trouve en présence d'une dyschromatopsie.

Ainsi :

— l'absence de l'élément 1 équivaut à une cécité pour le rouge;

— l'absence de l'élément 2 équivaut à une cécité pour le vert;

— et l'absence de l'élément 3 équivaut à une cécité pour le bleu.

L'excitation égale de tous les éléments donnerait la sensation de blanc, et une excitation nulle la sensation de noir.

Dans la trichromasie anormale, une des composantes serait déplacée.

L'achromatopsie totale serait due à la vision des bâtonnets seulement.

Cette théorie explique mal la sensation de noir et ne permet pas de comprendre les phénomènes de contraste.

Théorie de Hering.

C'est la théorie des 4 couleurs fondamentales, qui sont : le vert, le rouge, le bleu et le jaune. Pour lui, la division des couleurs résulterait de processus biologiques, les uns anaboliques, les autres cataboliques. Il classe les couleurs en trois groupes correspondant chacun à une substance dont l'assimilation ou la destruction produit l'une ou l'autre des couleurs du groupe.

	Assimilation	Destruction
1	noir	blanc
2	vert	rouge
3	bleu	jaune

Cette théorie permet de comprendre les phénomènes de contraste et l'achromatopsie. Elle n'explique pas la différence entre la cécité pour le rouge et la cécité pour le vert.

Ces théories ne peuvent plus être admises actuellement. Maxwell, qui entreprit de démontrer expérimentalement la théorie de Young, obtint un résultat contraire et montra qu'il est impossible, à l'aide de trois couleurs spectrales, de reproduire exactement toutes les autres couleurs du spectre.

Théorie électro-magnétique.

Ernst Fleisher et Joly : Les rayons lumineux seraient absorbés électivement par le pourpre visuel, le jaune visuel et le pigment noir; il y aurait transformation d'énergie calorifique en énergie électrique. Le courant provenant de la lumière agirait par induction sur un courant propre de la rétine.

Frank Allen admet une action inductrice réflexe du système nerveux qui agirait en stimulant ou en inhibant les éléments récepteurs rétiniens.

CHAPITRE IV

PHYSIOLOGIE DE LA VISION DES COULEURS CHEZ LE SUJET NORMAL ET CHEZ LE DYSCHROMATOPE

La partie du spectre solaire visible par un œil normal ne représente que le 1/8 de l'étendue totale du spectre.

Tandis que dans la partie moyenne de 440 à 640 millimicrons la moindre variation de longueur d'onde s'accompagne d'une variation sensible du ton, aux extrémités (région terminale froide et région terminale chaude), de grandes variations de longueur d'onde ne sont pas perçues. (Polack).

D'autre part, le maximum de luminosité se trouve, pour l'œil adapté à la lumière du jour, comprise entre 590 et 600 millimicrons. Si l'œil est adapté à la pénombre, le maximum se déplace vers le vert et atteint 540 millimicrons; en même temps, l'extrémité à ondes courtes devient plus claire que l'extrémité à ondes longues. Quand l'éclairement du spectre tombe au-dessous d'un certain seuil, le spectre est vu entièrement gris.

Chez les dyschromatopes ces constantes physiologiques de l'œil sont modifiées. Le déplacement du maximum lumineux du spectre se combine avec une extension des unitonales, dans le cas de dyschromatopsie appelée couramment daltonisme. Si le déplacement du maximum lumineux se fait vers le rouge, le sujet est aveugle pour le vert; s'il se fait vers le violet, le sujet est aveugle pour le rouge.

Lorsque le déplacement du maximum lumineux existe seul

sans extension des régions unitonales, il s'agit de daltonisme relatif.

Lorsque les régions unitonales se fusionnent, couvrant tout le spectre, on a une achromatopsie totale. Chez tous les dyschromatopes il existe une zone neutre plus ou moins importante aux environs de 490 millimicrons. Cette région, que l'œil normal voit bleu vert, est vue incolore (blanc ou gris blanc) par le dyschromatope.

CHAPITRE V

CLASSIFICATION

Nous devons tout d'abord établir une distinction, tant au point de vue de l'étiologie qu'au point de vue de leur intérêt pratique, entre les dyschromatopsies congénitales, communément nommées daltonisme, et les dyschromatopsies acquises.

A. — Dyschromatopsies acquises ou atypiques.

Nous les traiterons au chapitre suivant.

B. Dyschromatopsies congénitales (Daltonisme).

Le nombre des termes utilisés pour désigner chaque anomalie montre combien la classification est malaisée. Il ne faut la considérer que comme une classification provisoire. Voici un tableau contenant les principaux termes utilisés :

1° Monochromasie, ou achromatopsie totale.

2° Dichromasie, ou achromatopsie partielle absolue, ou daltonisme partiel absolu :

a) anérythroblepsie, ou protanopie, ou daltonisme absolu pour le rouge, ou du type Dalton de Polack;
b) achloroblepsie ou deutéranopie ou daltonisme absolu pour le vert, ou du type Nagel de Polack;
c) Acyanoblepsie ou tritanopie ou daltonisme absolu pour le bleu;
d) Axanthoblepsie ou tetartanopie ou daltonisme absolu pour le jaune.

3° Trichromasie anormale, ou dyschromatopsie, ou daltonisme relatif ou du type Rayleigh de Polack :

a) Daltonisme relatif pour le rouge ou protanomalie (type Balfour);

b) Daltonisme relatif pour le vert ou deutéranomalie (type Hart);

c) Daltonisme relatif pour le bleu ou tritanomalie;

d) Daltonisme relatif pour le jaune ou tetartanomalie.

Le terme de daltonisme est impropre; seule, la protanopie dont était atteint le savant anglais devrait porter son nom. Nous rejetons aussi la dénomination de monochromate, dichromate, utilisée dans la classification de von Kriess, basée sur une théorie qui ne nous satisfait plus.

Nous ne conservons pas plus le terme d'anérythroblepsie, car la vision du vert est troublée en même temps que celle du rouge.

D'autre part, il semble que la tétartanopie soit purement imaginaire.

Nous nous arrêterons aux termes de protanopie, deutéranopie, qui ne préjugent aucunement de la pathogénie.

Nous proposons donc la classification suivante :

I. Achromatopsie totale.

II. Achromatopsie partielle absolue :

a) protanopie;
b) deutéranopie;
c) tritanopie.

III. Dischromatopsies :

a) protanomalie;
b) deutéranomalie;
c) tritanomalie.

CHAPITRE VI

DYSCHROMATOPSIES ACQUISES

Nous classerons les dyschromatopsies acquises en deux groupes distincts, selon qu'elles s'accompagnent d'un rétrécissement concentrique du champ visuel pour les couleurs ou d'un scotome central pour les couleurs.

Modifications périphériques du champ visuel des couleurs.

Dans les rétinites et chorio-rétinites aussi bien que dans les affections vasculaires (glaucome), il existe un rétrécissement égal pour toutes les couleurs. Il s'agit plutôt de modifications quantitatives que de modifications qualitatives de la vision des couleurs; cependant, il y a souvent confusion entre le vert et le bleu d'une part, le jaune et le rouge d'autre part.

Dans les névrites aiguës ou chroniques, la vision du vert est d'abord touchée, puis celle du bleu. L'atrophie optique, qu'elle soit primitive ou liée au tabes ou à la paralysie générale, s'accompagne d'altérations précoces du sens chromatique; le vert est vu gris et le rouge jaunâtre.

Dans l'hystérie, il existe deux types de modifications : dans le premier type, il s'agit d'un rétrécissement concentrique pour toutes les couleurs; l'autre type est caractérisé par une transposition des limites du bleu et du rouge. Le champ bleu, normalement plus étendu, devient plus petit. La vision des couleurs peut même disparaître dans l'ordre suivant : violet, vert, bleu, rouge (Charcot).

Scotomes centraux pour les couleurs.

Ces dyschromatopsies acquises sont les plus fréquentes et aussi les plus importantes au point de vue pratique.

Les sujets conservent la vision indirecte des couleurs qu'ils n'aperçoivent plus lorsqu'ils veulent fixer les objets colorés.

L'amblyopie nicotino-alcoolique est la plus importante; elle atteint les sujets qui font un usage immodéré de tabac et d'alcool. La cécité porte sur le vert et le rouge dans la région centrale seulement. L'étendue du scotome dépend de l'intensité du trouble et du degré de l'intoxication. A un degré extrême, le scotome est absolu pour le blanc et les autres couleurs. On a décrit aussi des dyschromatopsies traumatiques (Favre) et des dyschromatopsies dues à l'exposition habituelle à la clarté incandescente, à des causes morales, à des fatigues prolongées.

Citons enfin, pour être complet, l'hémiachromatopsie, qui peut exister d'emblée ou succéder à une hémianopsie d'abord complète; il y a généralement une diminution marquée de la perception lumineuse. Il existe des cas de double hémiachromatopsie.

L'existence de ces anomalies acquises oblige à répéter périodiquement les examens du sens chromatique pour les sujets qui travaillent dans les services de sécurité.

CHAPITRE VII

DYSCHROMATOPSIES CONGENITALES

Achromatopsie totale.

C'est une anomalie rare. Le sujet qui en est atteint ne fait aucune différence entre une peinture en couleurs et une épreuve photographique. Les cas très rares d'achromatopsie unilatérale permettent de penser que les sujets voient tous les objets d'une teinte grise plus ou moins foncée.

Chaque couleur ne produit chez eux que l'impression correspondant à sa clarté, et l'extrémité chaude du spectre est vue plus sombre que l'extrémité froide (c'est ce que nous avons vu plus haut pour l'œil normal adapté à la pénombre).

Cette anomalie s'accompagne le plus souvent de nystagmus, de photophobie, de mauvaise acuité visuelle et de scotomes centraux.

Achromatopsie partielle absolue.

a) *Protanopie.* — Cette anomalie est caractérisée par une extension de la région unitonale à grande longueur d'onde qui s'étend de l'extrême rouge à une vibration de 600 millimicrons, et par un déplacement du maximum lumineux du spectre, qui se trouve juste dans le vert jaune, de longueur d'onde 570 millimicrons. Il voit le rouge cinq fois plus foncé que le deutéranope; il voit le rouge éclatant comme gris sombre.

b) *Deutéranopie.* — L'unitonale du côté des grandes ondes rejoint la zone neutre; le maximum lumineux se trouve aux

environs de 600 millimicrons dans le jaune orangé. Dans ce groupe, le sujet ne voit que du bleu, du violet et une autre teinte, qui doit être jaune.

c) *Tritanopie*. — Cette anomalie est rare, elle n'a pas une grande importance pratique. Les individus atteints de cette imperfection voient dans le spectre deux teintes (rouge et vert), séparées par une zone neutre correspondant au jaune. La région unitonale est augmentée du côté du violet.

Ces sujets confondent le vert avec le violet, le bleu vert avec le bleu, le jaune avec le gris.

Cette anomalie, qui souvent a été considérée comme ne présentant aucune importance pratique, n'est pas indifférente dans le cas de la marine de guerre, où l'on utilise des feux bleus pour indiquer les changements de direction et de vitesse aux navires.

Dyschromatopsies.

Ces anomalies sont très fréquentes et présentent une grosse importance au point de vue pratique. Elles sont caractérisées par un déplacement du maximum lumineux dans le spectre, sans extension des unitonales. Elles forment la transition entre la vision normale des couleurs et l'achromatopsie partielle absolue.

Les sujets qui en sont porteurs ont un sens chromatique affaibli; cet affaiblissement est différent pour les couleurs complémentaires; ainsi le mélange vert et rouge, qui est vu jaune par l'œil normal, est vu vert pour un protanomal, ce qui permet de distinguer deux classes dans les dyschromatopes : le protanomale et le deutéranomale.

L'anomalie existe également pour le jaune et le bleu.

a) *Protanomaux* (0,4 — 0,1 p. 100 dans le sexe masculin). — Certains auteurs les classent parmi les protanopes. Les tests colorés les séparent à peine des deutéranomaux. Ils se rapprochent des protanopes par un raccourcissement léger

de l'extrémité rouge du spectre et le déplacement de la plage d'éclairement maximum du jaune vers le vert.

b) *Deutéranomaux* (6 p. 100 dans le sexe masculin). — La seule modification qu'ils perçoivent dans le spectre est la présence d'une zone neutre aux environs de 490 millimicrons. A l'anomaloscope, ils mélangent plus de vert que les sujets normaux pour obtenir l'équation. Ils ont une vision faible pour le vert.

Ces anomalies sont très dangereuses pour le service de sécurité. En effet, outre qu'elles sont difficiles à dépister, les sujets qui en sont atteints présentent les défauts suivants : ils ont besoin de plus temps que les individus normaux pour reconnaître les couleurs. Il leur faut une surface colorée plus étendue. Ils reconnaissent mal les couleurs mates et les lumières peu saturées. La reconnaissance des couleurs les fatigue, et, en cas de fatigue générale, ils peuvent se comporter comme de véritables achromatopes.

Le contraste successif est augmenté chez eux, ce qui contribue à leur brouiller les signaux. Ils présentent, de plus, un fort contraste simultané, ce qui fait qu'ils voient rouge des lumières blanches placées à côté de lumières vertes.

DEUXIÈME PARTIE

MOYENS UTILISÉS POUR LE DÉPISTAGE DES DYSCHROMATOPSIES

GENERALITES

Le dépistage des dyschromatopes nécessite des appareils dont la complication est allée en augmentant, à mesure que les exigences des services de sécurité ont été plus grandes. Il serait puéril de penser que les objets colorés que l'on trouve autour de soi peuvent suffire dans la majorité des cas. Au contraire, on est bien souvent obligé d'employer concurremment plusieurs méthodes de dépistage.

La possibilité de dyschromatopsies monolatérales oblige l'opérateur à examiner chaque œil séparément (Miles et Baumont, W. Bonner).

« Contrairement à ce qui a toujours été fait, l'examen du sens chromatique doit se faire à une distance optima située entre le punctum proximum et le punctum rémotum de chaque couleur; quand la sécurité des routes est en cause, il faut examiner à la distance de 5 mètres. » (Van de Walle.)

Le bleu et le violet sont correctement vus entre 0 m. 95 et 0 m. 70; le vert entre 0 m. 65 et 3 m. 75; le rouge au-delà de 3 m. 75.

La myopie rapproche tous ces points, l'hypermétropie les éloigne.

Un hypermétrope ne distingue de près ni bleu, ni vert, ni rouge; à 5 mètres, il distingue très bien.

On conçoit donc que l'on puisse faire des erreurs en examinant la vision colorée d'un sujet pour le rouge à l'aide de tests qui sont vus à moins d'un mètre. Il faut adjoindre à ces tests une méthode qui permette d'examiner le sujet à 5 mètres (appareil à feux).

CHAPITRE PREMIER

METHODES PIGMENTAIRES

Seebeck faisait classer des objets colorés qui se trouvaient dans son bureau. Puis il fit assortir des écheveaux de laine. Sa méthode fut simplifiée et perfectionnée par Holmgren.

Méthode de Holmgren.

Holmgren avait choisi comme objets colorés des écheveaux de laine, parce qu'on trouve dans le commerce des laines de toutes les nuances désirables; de plus, elles sont faciles à transporter et offrent des colorations assez mates, elles ne s'abîment pas trop vite et sont faciles à manier.

La méthode exige un grand nombre d'écheveaux de laine : il faut plusieurs nuances de chaque couleur, et au moins cinq gradations, de la plus foncée à la plus claire, dans chaque nuance.

Le vert et le gris, chacun de plusieurs sortes, le rose, le bleu et le violet, et des nuances pâles de brun, de jaune, de rouge et de rose, doivent être particulièrement bien représentés.

L'examen doit être fait à la lumière du jour; l'examinateur doit tirer un échantillon de laine, et demander au candidat de sortir du tas tous les écheveaux qui s'en rapprochent le plus. Voici les différentes épreuves qui doivent être faites.

Epreuve I. — On fait tirer un échantillon vert de la nuance la plus blanchâtre. Le candidat qui met à côté des échantillons roses, bruns, etc., doit être considéré comme daltonien.

Epreuve II. — On tire un échantillon pourpre de nuance moyenne :

1° le vicié de l'épreuve I qui ne prend à l'épreuve II que les écheveaux pourpres est incomplètement vicié;

2° celui qui, dans l'épreuve II, prend seul ou avec du pourpre du bleu et du violet ou l'un des deux est complètement aveugle pour le rouge;

3° Celui qui, dans l'épreuve II, prend seul ou avec du pourpre, du vert et du gris, ou l'un des deux, est complètement aveugle pour le vert.

Epreuve III (épreuve de contrôle). — On tire un écheveau rouge, et l'on demande au sujet de tirer tous les écheveaux qui lui paraissent semblables.

Cette méthode est inférieure aux tests pseudo-isochromatiques : Nagel trouva que 5 p. 100 des employés déclarés normaux par cette méthode étaient dyschromatopes. Des examens faits en Suisse permirent d'en découvrir 6 p. 100. De Laët et van de Claseyde ayant examiné à nouveau 728 agents antérieurement admis après l'épreuve des laines, trouvèrent 51 dyschromatopes.

Les inconvénients de la méthode sont : la trop grande surface colorée des tests, la possibilité de comparer plusieurs teintes et de faire appel aux acquisitions éducatives. La méthode est particulièrement mauvaise pour les sujets qui présentent une légère anomalie.

Armaignac a modifié la méthode en introduisant les échantillons de laines dans un étui, de façon à ne sortir qu'une longueur voulue de chaque brin, et remédia ainsi à la trop grande surface des tests.

Méthode de Daae.

Un canevas porte un certain nombre d'échantillons de laines, chacun formé de trois brins de 1 centimètre juxtaposés. Le tableau comprend dix rangées de 7 échantillons.

Deux rangées sont composées de laines de même couleur mais plus ou moins foncées.

On demande au sujet de désigner les rangées qui ne contiennent qu'une couleur.

Cette méthode est tout à fait insuffisante.[1]

Méthode des ombres colorées de Stilling.

On éclaire une surface blanche par la lumière du jour affaiblie, en même temps que par celle d'une bougie devant laquelle on place un verre coloré. Un corps opaque placé entre l'écran et les deux sources lumineuses projette deux ombres, l'une appartenant à la lumière du jour, l'autre dépendant de la lumière colorée.

La première apparaît de la même couleur que la lumière colorée, la seconde présente sa couleur complémentaire. On règle la distance des deux sources lumineuses de telle façon que les deux ombres aient à peu près la même intensité.

Un individu qui voit l'ombre verte quand on place un verre rouge devant la flamme, et vice-versa, possède évidemment la perception du rouge et celle du vert.

De même, l'individu qui perçoit l'ombre jaune d'une lumière bleue perçoit le jaune et le bleu. Si les ombres sont vues du même ton, l'œil est dyschromatope relativement à la couleur utilisée.

L'avantage de la méthode est d'éliminer l'influence du raisonnement et de l'imagination.

Cette méthode, qui demande de nommer les couleurs des ombres, est à rejeter. La couleur des ombres varie d'ailleurs suivant la distance des lumières à l'objet opaque.

« Color test de Polack. »

Ayant remarqué que les daltoniens séparent souvent le rouge et le vert et confondent le bleu, le violet et le pourpre et le bleu verdâtre, Polack a composé un test formé de rectangles colorés divisés en deux groupes logés dans des compar-

timents séparés. Un plateau divisé en travées permet le classement des rectangles colorés en saturation graduellement décroissante. Au diagnostic rapide sont affectés : le pourpre, le violet, le bleu et le bleu verdâtre, qui sont, d'après l'auteur, les couleurs de confusion communes à tous les daltoniens. Le daltonien est rapidement reconnu par les confusions caractéristiques qu'il ne manque pas de faire. Le diagnostic se précise à l'aide du deuxième groupe de couleurs.

Les anomaux arrivent à classer ces cartons et en différencient les tons.

CHAPITRE II

TABLEAUX PSEUDO-ISOCHROMATIQUES

Ces méthodes relativement récentes utilisent les couleurs dites de confusion, qui, très différentes pour les sujets normaux, paraissent équivalentes pour les dyschromatopes.

Des tableaux ont été dressés par des peintres dyschromatopes pour permettre la confection des tables pseudo-isochromatiques.

Les tableaux de Stilling sont les premiers en date; les différents tableaux qui ont été réalisés depuis reposent sur le même principe.

Tableaux de Stilling.

Stilling range les couleurs confusionnelles en deux classes : les achromatopes pour le vert et le rouge ne peuvent distinguer des nombres en vert ou en rouge sur un fond de brun, de fauve ou de gris, et *vice versa*.

La 17e édition, publiée en 1926, comprend 32 tableaux portant chacun deux séries de dessins. Elle est répartie en 14 groupes, qui comprennent chacun un à quatre tableaux. Chaque tableau porte un ou deux chiffres en taches d'une certaine couleur, sur fond d'une autre couleur. L'impossibilité de lire les groupes de I à IX révèle l'achromatopsie vert-rouge; des groupes X et XI, l'achromatopsie jaune-bleu. Les groupes XIII et XIV, vus par tout le monde, servent à dépister les simulateurs et à expliquer le test.

Les normaux voient toutes les tables, sauf la table XII, qui n'est d'aucun usage. Les sujets normaux hésitent sur le groupe VI.

L'intérêt se concentre sur les groupes de I à IX, où une erreur prouve une achromatopsie rouge-vert. Les meilleurs sont : II, V, VI, VII, VIII.

Ceux qui lisent sans faute les tables de Stilling sont certainement normaux. Malheureusement, quelques sujets normaux font des fautes parce que les tables manquent de netteté dans le dessin des chiffres.

Ces tables ne permettent pas le diagnostic des variétés de dyschromatopsies. Leur avantage est d'être nombreuses et séparées.

Les tables d'Edridge Green présentent à lire des lettres; les éléments qui les forment sont amiboïdes. Elles constituent un très bon test; elles ne sont pas reliées et peuvent être battues avant l'examen. Malheureusement, elles sont plus difficiles à lire que les tables de Stilling pour un sujet normal à cause de l'irrégularité des lettres.

Les tables de Shinobu Ishihara.

La méthode de Ishihara s'appuie sur le fait que le jaune et le bleu paraissent beaucoup plus éclatants que les autres couleurs aux aveugles pour le rouge et le vert.

Le test est composé de 16 planches, présentées sous forme de cahier. 13 portent des chiffres formés de disques d'une ou plusieurs couleurs, sur un fond formé de pois de couleurs différentes. Les planches 6, 7, 8, 9 sont semblables à celles de Stilling et ne peuvent être lues par les achromatopes rouge-vert. Dans quatre autres planches, le nombre lu par les achromatopes est différent de celui que voit l'individu normal. Les tables 12 et 13 permettent de savoir si le sujet est aveugle pour le vert ou pour le rouge.

Une table peut être lue par tous les sujets, dyschromatopes ou non; elle permet d'expliquer le test et de dépister les simulateurs.

En outre, trois tables présentent des lignes ondulées, qui doivent être suivies par l'individu normal. Elles permettent d'examiner les illettrés. L'examen doit être fait à la lumière

du jour, à 70 centimètres. Le test de Ishihara est le meilleur des tests pseudo-isochromatiques. Les tableaux 14, 15, 16 sont excellents; ils peuvent être présentés dans tous les sens. Il faut demander au sujet de montrer, non pas la ligne rouge, mais celle qui le frappe le plus.

Malheureusement, le petit nombre des tableaux permet au candidat de retenir les chiffres correspondant et de corriger en lisant; de plus, il vaudrait mieux que les tableaux fussent séparés. Ces tables ont l'avantage d'être claires, les chiffres sont bien dessinés, et les réponses des sujets examinés ne sont pas hésitantes. Les tableaux doivent être propres et conservés à l'abri du jour; les tableaux sales et passés, aussi bien que jaunis, sont pratiquement sans valeur.

Les résultats obtenus par les tables de Ishihara sont toujours confirmés par l'examen à l'anomaloscope.

Tables de Shaaf et P. Blum.

Elles comprennent 10 tables de mosaïque, constituées de petits polygones colorés, dont certains forment l'image d'un anneau brisé; les autres, constituant le fond, sont d'une teinte de confusion. De plus, un certain nombre de cartes, représentant des dix de carreau, y sont adjointes; leurs teintes sont identiques à celles des tableaux.

Dans les tableaux, on fait chercher l'anneau et son ouverture. Si le sujet hésite, on lui demande de réunir les dix de carreau qui contiennent la même couleur. Cette méthode permet d'examiner les illettrés et les enfants; les cartes peuvent être présentées dans tous les sens. Des sujets peu intelligents ou émus ont souvent du mal à comprendre ce qu'on leur demande; ils ne savent pas distinguer l'anneau ni trouver l'ouverture.

Tables de Nagel.

Elles comprennent deux séries : la série A, composée de 16 tableaux pour dépister la cécité rouge-vert, et la série B, composée de 4 tableaux pour dépister les anomaux. Sur cha-

que tableau se trouve un cercle formé de taches de différentes intensités de la même couleur (rouge, vert, brun ou gris) ou de diverses combinaisons de ces couleurs. Les dyschromatopes ne peuvent pas reconnaître les cercles unicolores des cercles multicolores. La plupart des taches de la série A paraissent grises aux viciés, sauf les taches vert jaune ou jaune brun, qu'ils prennent pour du rouge.

On montre au sujet les tableaux de la série A, en lui demandant de montrer quelques tables où se trouvent des taches rouges ou rougeâtres, quelques-unes où il s'en trouve de vertes, et on lui demande quelles sont les tables où il n'y a que des taches vertes; enfin, quelles sont les tables qui ne portent que des taches grises.

L'examen à l'aide de ces cartes demande une grande patience; il est impossible à faire sans des connaissances spéciales, même avec le mode d'emploi; d'autre part, on est obligé de faire nommer les couleurs.

Tableaux de Podesta.

Ce sont des planches murales; il y a 8 planches de trois tableaux chacune. Chaque tableau comporte un mot formé de taches d'une seule couleur, en nuances différentes, sur fond d'une autre couleur. Certaines lettres sont complétées au moyen de teintes de confusion pour former de nouvelles lettres bicolores. Dans d'autres tableaux, l'auteur utilise l'hypersensibilité des achromatopes aux contrastes.

Ces tableaux sont trop compliqués et peu utilisés.

Epreuves de Cohn.

Elle est basée sur le phénomène de Weber : quand on place un papier blanc très mince sur une surface colorée de façon à couvrir complètement cette surface, et si l'on vient à intercaler un papier gris entre le papier transparent et la surface colorée, le papier gris semble présenter à travers le papier blanc la couleur complémentaire de la surface colorée. Un œil normal voit immédiatement la couleur complé-

mentaire; un achromatope voit seulement une partie grise sur le fond, dont la couleur ne produit sur lui aucune sensation colorée.

Le tableau porte des E noirs sur fond pourpre. On regarde à travers un papier de soie : l'œil normal voit des E verdâtres sur fond pourpre; le dyschromatope ne verra pas les E, tout lui paraîtra gris.

Cette épreuve est rapide, mais incomplète, et peut donner lieu à des erreurs.

Tableaux de Wœlfflin.

Ces tableaux sont destinés à reconnaître les sujets atteints d'hypersensibilité pour le vert ou le rouge, catégorie qui a été niée par de nombreux auteurs. Ces individus devraient être traités comme de légers dyschromatopes. Les tableaux sont de deux teintes, qui ne paraissent différentes à l'œil normal qu'à la lumière artificielle. Le sujet hypersensible saisit la différence à la lumière du jour.

CHAPITRE III

APPAREILS UTILISANT LES COULEURS PIGMENTAIRES

Méthode de Helmbold.

L'appareil est formé de deux disques tournants portant chacun 59 couleurs de confusion qui se correspondent deux à deux. Les couleurs sont numérotées au dos des disques. Une plaque percée de deux fenêtres est placée au-devant des disques, et l'on peut amener alternativement les différentes couleurs devant chaque fenêtre. On s'arrange pour placer devant les ouvertures deux couleurs de confusion, et l'on obtient ainsi pour les dyschromatopes des équations pseudo-isochromatiques. La méthode utilise les couleurs pigmentaires, qui ne valent pas les couleurs spectrales. L'avantage de cette méthode est de convaincre l'individu de son infirmité en lui faisant constater que les numéros des disques ne correspondent pas.

Disque rotatif de Maxwell.

Pour le dépistage des dyschromatopsies, on fait subir une petite transformation au disque. On peint la partie centrale en rouge, la périphérie en vert, en laissant un espace annulaire formé de quartiers tantôt verts, tantôt rouges. Lorsque le disque tourne, l'espace annulaire est vu beige par l'œil normal; un dyschromatope le verra rouge ou vert. C'est là une méthode grossière.

Appareil de Hess.

L'appareil présente une surface uniformément grise avec une ouverture à travers laquelle l'œil voit la couleur d'un double prisme Golberg, bleu jaune, illuminé par un écran blanc qui peut s'incliner à volonté; le prisme est obtenu par la superposition en sens inverse de deux prismes égaux, l'un jaune, l'autre bleu. Le milieu du prisme donne un coloris vert qui devient vert jaune d'un côté et vert bleu de l'autre. En déplaçant le double prisme ou en modifiant l'inclinaison de l'écran blanc, le dyschromatope aura à un moment donné une sensation incolore ou grisâtre, semblable à celle de la surface grise. L'œil normal verrait alors verte la lumière passant par l'ouverture. Selon que l'équation se produit rapidement et persiste malgré de légers déplacements du prisme ou qu'elle est difficile à obtenir, on dit que le sujet est atteint de cécité pour le rouge ou pour le vert.

Pour dépister les anomaux, on ajoute à l'appareil un verre rouge, dont une plaque transparente placée en avant du prisme reflète la lumière. Le mélange paraîtra rougeâtre ou verdâtre à un dyschromatope.

Lanterne d'Edridge Green.

La lanterne porte quatre disques, dont trois présentent des verres colorés jaune, vert pur, vert étalon, bleu pourpre, et de deux sortes de rouge. Le quatrième disque porte un verre dépoli, un verre cannelé, et cinq verres neutres plus ou moins foncés, qui sont destinés à réaliser les conditions de la vision par le brouillard ou au crépuscule. Les verres colorés correspondent aux signaux de 5 pouces 1/2 vus à 600, 800 et 1.000 yards, lorsque l'appareil est placé à 20 pieds du sujet.

Appareil égalisateur de teintes de Nagel, modifié par Kollner.

Il porte deux fenêtres avec un diahpragme quadrangulaire séparé en deux triangles devant lesquels on peut faire passer des verres de couleurs différentes.

L'examen doit être conduit de la façon suivante :

1° On règle l'appareil de façon à obtenir un champ rouge clair et un champ rouge sombre. Si le sujet voit deux champs rouges, il a un sens chromatique normal. Le dyschromatope vert-rouge verra les champs rouge et vert ou jaune et vert ou encore rouge et jaune.

2° Les champs sont rouges et jaunes. Le sujet qui obtient l'équation est atteint de cécité pour le rouge et le vert. Si l'égalité est obtenue avec un jaune très sombre, le sujet est protanope; si elle est obtenue avec un jaune clair, il est deutéranope. Les anomaux voient quelquefois, par contraste, le jaune vert.

3° Les champs sont vert bleu et blanc. Si, en assombrissant le blanc, les champs paraissent grisâtres, le sujet est atteint de cécité pour le rouge et le vert.

Cette méthode ne permet que difficilement la distinction entre protanopes et deutéranopes; elle ne permet pas de découvrir des achromatopsies pour le jaune et le bleu.

CHAPITRE IV

EXAMENS DITS PRATIQUES

Les constructeurs ont cherché à réaliser des appareils permettant de présenter en chambre noire aux candidats des feux correspondant à ceux qui doivent être reconnus sur le terrain. Ces appareils à feux ont l'avantage de déterminer l'achromatopsie centrale; ils peuvent être utilisés pour voir si le candidat connaît la signification des différents signaux. Nous décrirons le chromophotoptomètre de Guérin et l'appareil d'Onfray.

Chromophotoptomètre de Guérin.

Le chromophotoptomètre, utilisable en chambre noire à la distance de 5 mètres, permet d'apprécier l'acuité visuelle et la perception des couleurs et des signaux de nuit.

Il comporte une source lumineuse étalonnée qui éclaire par transparence soit les optotypes, dont la lecture détermine le degré d'acuité visuelle, soit les verres colorés, dont la désignation correcte implique l'absence de dyschromatopsie.

Le chromophotoptomètre comprend un optomètre et un chromatoscope; nous ne nous occuperons que de ce dernier. Trois modèles de chromatoscope peuvent être fixés sur la boîte, du côté opposé à l'optomètre, ce sont :

— le chromatoscope de Le Méhauté;
— le chromatoscope de Guérin;
— le chromatoscope de Valude.

Chromatoscope Le Méhauté (type marine). — Ce chromatoscope comporte :

1° Une roue mobile à crans et à cliquets munie de huit orifices, dans chacun desquels sont disposés deux verres de couleur juxtaposés suivant un diamètre. La roue est montée à l'intérieur de la porte fermant la boîte à lumière et peut être actionnée par un bouton-molette disposé à l'extérieur de cette porte.

2° Un écran formé d'un secteur circulaire susceptible d'occuper les positions qui réalisent les combinaisons voulues de feux colorés. Cet écran porte trois orifices d'un diamètre de 6/10 de millimètre disposés en triangle et un autre orifice de 10 millimètres de diamètre. La source lumineuse est constituée par une ampoule électrique dépolie de 10 bougies.

Technique de l'examen. — On règle d'abord l'intensité lumineuse. Ce réglage doit être fait après cinq minutes d'accommodation à l'obscurité. Une fourchette photométrique constituée de deux verres plus ou moins opaques permet le réglage. On cherche d'abord à obtenir l'intensité lumineuse maxima, puis on réduit l'intensité lumineuse de façon que le verre le plus sombre éteigne la lumière, alors que l'autre verre la laisse encore passer.

L'intensité lumineuse étant réglée, il suffit de faire nommer par le sujet la couleur des combinaisons colorées ou des signaux qui lui sont présentés.

On procédera successivement aux deux épreuves suivantes :

1° Epreuve des trois feux à 5 mètres : Cette épreuve, faite avec les trois trous de 6/10 de millimètre, implique une lecture correcte des signaux de route à une distance de 2.000 mètres.

On découvre les trois feux par une légère rotation de l'écran. Le sujet doit les nommer, sans erreur, dans l'ordre qui lui est indiqué. On fait passer successivement les huit combinaisons de feux que comporte l'appareil.

2° Epreuve de confusion à 2 mètres : Le sujet est placé à 2 mètres de l'appareil; l'écran est disposé de manière à découvrir l'orifice de 10 millimètres et à masquer les trois trous de 6/10 de millimètre. Un disque bicolore apparaît alors très éclairé. On fait passer successivement les huit disques dans un ordre quelconque. Le sujet nomme les couleurs de haut en bas. Toute erreur commise, si elle n'est pas immédiatement rectifiée, est de nature à faire considérer le sujet comme dyschromatope.

Cette méthode a l'avantage de présenter le vert et le rouge à la distance optima de vision distincte, c'est-à-dire à une distance située entre le punctum proximum et le punctum remotum de ces couleurs. Elle oblige à nommer les couleurs et elle est loin d'être parfaite. De nombreux sujets que l'appareil révèle dyschromatopes à un premier examen arrivent à voir correctement les feux dans des examens ultérieurs.

Chromatoscope de Guérin. — C'est le modèle utilisé dans la Compagnie P.-L.-M. Il emploie les verres colorés mêmes dont la Compagnie fait usage. Il comporte la réduction au 1/100 des principaux signaux fixes et la réduction au 1/200 des signaux arrières des trains. Cette disposition permet de contrôler la connaissance des règlements.

Chromatoscope Valude. — C'est le modèle du P.-O. C'est une simplification du modèle précédent. Il n'utilise que des feux de 4 et 10 millimètres.

Appareil d'Onfray.

Cet appareil, utilisé dans la Compagnie des Chemins de fer de l'Etat, reproduit les signaux du réseau, réduits et perçus sous l'angle correspondant à la distance à laquelle ils doivent être perçus réglementairement. L'éclairage des feux peut être réduit, ce qui permet, comme dans la lanterne d'Edridge Green, de mettre le sujet dans des conditions qui correspondent aux divers états atmosphériques. Un obtura-

teur compur stéréoscopique placé à 5 mètres des feux permet de faire varier le temps d'observation.

Un tableau électrique donne à l'examinateur le moyen de commander les feux à distance.

L'appareil a été simplifié et perfectionné par M. Vassard en 1935.

Cet appareil réalise un progrès sur tous les autres appareils à feux réalisés jusqu'ici. Il est, en effet, plus pratique et permet de faire varier la vitesse de perception des feux et leur éclairage.

Il présente cependant un défaut commun à tous les appareils à feux : de nombreux sujets atteints manifestement de cécité des couleurs, et qui ont échoué à la lecture des tables pseudo-isochromatiques, arrivent à reconnaître les feux colorés.

La méthode des feux, qui se rapproche le plus de la pratique professionnelle, met le sujet dans les meilleures conditions de vision des couleurs; elle n'arrive pas à réaliser l'ensemble des circonstances (brume, émotion, fatigue, vitesse) qui se présentent dans la pratique quotidienne. Désirant remédier à cette infériorité, M. Bonnardel a construit un appareil qui permet de mesurer dans des conditions définies des seuils de la vision colorée suivant le chroma, l'intensité et la saturation. En comparant les chiffres obtenus par les sujets examinés avec des chiffres donnés par des sujets normaux, il sera facile de savoir s'il y a une infériorité dans la reconnaissance des signaux et quelle est son importance.

Appareil de Bonnardel.

Il comprend trois parties :

— La première partie est une lanterne de projection dont la source lumineuse est réglable.

— La seconde partie contient deux coins gris de Goldberg, trois écrans gris neutre, quatre disques porteurs de signaux de chemin de fer, d'écrans sélectifs, d'optotypes et de dia-

phragmes, et enfin un obturateur. Les coins gris règlent le flux lumineux; de plus, deux écrans neutres peuvent être placés devant le faisceau lumineux. Deux disques portent des écrans colorés : le premier disque porte des verres-signaux utilisés par les chemins de fer; le deuxième porte sept écrans chromatiques, qui laissent passer chacun une gamme de radiation s'étendant sur 40 à 80 $\mu\mu$. Le troisième disque porte des anneaux brisés de Landolt; le quatrième une série de huit diaphragmes circulaires, de diamètre progressivement décroissant. Un obturateur compur permet de limiter le temps de perception des couleurs.

Les deux premières parties permettent de déterminer les seuils de sensation lumineuse et chromatique pour les différents écrans colorés, vus sous des angles plus ou moins grands et pendant des temps plus ou moins longs.

— La troisième partie est placée devant la deuxième portion de l'appareil. Elle permet d'obtenir le seuil de reconnaissance des signaux colorés noyés dans une lumière plus grande et de déterminer le seuil de saturation.

C'est un disque noir, qui porte huit cercles peints en blanc mat; ces cercles, placés devant le faisceau lumineux en avant de la deuxième portion, sont éclairés par une source lumineuse d'intensité réglable. Pour les seuils de saturation, les cercles blancs sont remplacés par un verre légèrement dépoli.

CHAPITRE V

APPAREILS UTILISANT LES LUMIERES SPECTRALES

Les méthodes qui utilisent les couleurs pigmentaires sont loin d'être parfaites, et cela tient à ce que ces couleurs ne sont pas strictement monochromatiques. Les seules couleurs qui répondent à ce besoin sont les couleurs spectrales.

Il existe des appareils qui permettent de juxtaposer deux plages éclairées par des couleurs spectrales ou par un mélange de couleurs spectrales. Ce sont les appareils de Hering et de Helmoltz. Ces appareils, qui sont d'une grande complication et d'un prix très élevé, ne se trouvent qu'en Allemagne et en très petit nombre; ils ne sont pas d'une utilité pratique.

Les appareils de Chibret, Izarn et Colardeau sont d'un maniement facile et rapide.

L'appareil de Chibret présente côte à côte deux plages éclairées par des couleurs complémentaires. L'œil normal ne peut obtenir l'égalité des plages que pour une saturation nulle; s'il en est autrement, le sujet est dyschromatope.

On peut utiliser également les différents spectroscopes. L'appareil le plus pratique est l'anomaloscope de Nagel.

Anomaloscope.

L'anomaloscope est un spectroscope destiné à obtenir l'équation de Rayleigh. Celle-ci consiste dans le phénomène suivant : le mélange d'une lumière rouge proche de la raie du lithium (670 $\mu\mu$) et de lumière verte proche de la raie du

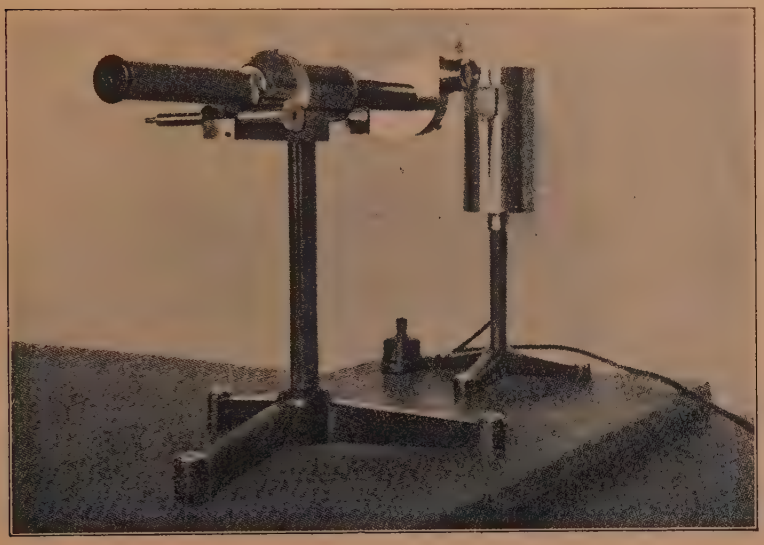
thallium (535 $\mu\mu$), donne à un sujet normal, sensible et attentif, la même sensation colorée que le jaune de la ligne du sodium (589 $\mu\mu$). On peut donc écrire :

$$J = Ro + Ve.$$

Description de l'appareil. — Il en existe deux modèles, l'un plus petit, destiné à la recherche des dyschromatopsies rouge-vert, l'autre permettant aussi le dépistage de la cécité pour le vert et le jaune. Nous ne décrirons que le petit modèle, qui suffit aux besoins de la pratique.

Un pied métallique supporte un collimateur tourné vers une source lumineuse et un oculaire. Ces deux pièces sont reliées par une pièce intermédiaire contenant les prismes.

Le collimateur porte trois fentes. L'une, supérieure, permet



à la lumière d'un jaune correspondant à la ligne du sodium d'éclairer la moitié inférieure de l'oculaire. Les deux fentes inférieures donnent deux spectres qui se recouvrent de façon que le rouge de l'un recouvre exactement le vert de l'autre, le rouge correspondant à peu près à la raie du lithium, et le vert à celle du thallium Ces deux fentes éclairent la plage

supérieure de l'oculaire et sont solidaires, de sorte que, lorsque l'on ouvre l'une d'elles, on ferme l'autre d'autant, et la somme de ces deux fentes reste invariable.

Deux vis permettent de régler l'ouverture des fentes; celle de droite commande la fente supérieure, celle de gauche les deux fentes inférieures. Les deux vis portent des chiffres allant de 0 à 90. Lorsque la vis de droite est sur le 0, la fente correspondant à la lumière jaune est fermée. Quand la vis gauche est sur le 0, la plage supérieure est verte. De 73 à 90, elle est entièrement rouge. Entre 0 et 73, elle est éclairée par un mélange de rouge et de vert.

Technique de l'examen. — L'examen doit être fait dans une pièce bien éclairée, et non à la chambre noire, comme il est courant de le faire. Quand les parois de la pièce sont grises, cela peut éviter certain trouble dans la perception d'une couleur particulière, c'est-à-dire d'une adaptation relative pour le foncé.

Il faut prévenir le sujet que l'équation est possible pour tout le monde, et bien lui faire comprendre qu'on lui demande de réaliser une égalité très exacte des deux plages.

Le réglage des vis nécessitant assez d'adresse et d'intelligence, il vaut mieux que l'examinateur procède personnellement, dans la majorité des cas, à cette opération. Il doit aussi vérifier l'appareil par une mise au point de l'équation normale.

Il ne faut pas fatiguer le sujet par une épreuve trop longue : ce dernier ne doit pas regarder constamment dans l'oculaire, il peut se reposer, en jetant un coup d'œil sur le ciel. Quand la durée de l'observation se prolonge, on peut s'attendre à une équation de fatigue, ce qui pourrait faire croire, à tort, une altération du sens chromatique.

Il faut faire attention que le sujet ait une visée droite et aisée : les sujets portant des verres feront bien de les enlever lorsqu'il s'agit d'anomalies peu importantes de la réfraction. On doit faire fermer ou masquer l'œil non examiné. L'examen doit se faire dans les mêmes conditions atmosphériques

de température, celle-ci influant sur la réfraction des prismes.

La source lumineuse est donnée par une ampoule électrique de 60 watts. Une lumière à gaz serait peut-être mieux appropriée à cause de son rayonnement plus intense, mais d'un emploi plus compliqué. En général, pour une ouverture de la fente jaune de 14, l'équation est réalisée entre 56 et 61 pour la vis gauche.

Premier temps : On met la vis gauche à 90, la plage supérieure est rouge. On règle l'intensité du jaune : l'équation n'est possible que s'il s'agit de dyschromatopsies très prononcées ou, si l'équation est également possible au deuxième temps, d'achromatopsies pour le rouge et le vert.

L'équation sera réalisée avec un jaune beaucoup plus foncé pour un protanope que pour un deutéranope.

Deuxième temps : La vis gauche est à 0; la plage supérieure est verte. On règle alors le jaune : si l'équation est possible, il s'agit de dyschromatopsies très prononcées ou, si l'équation était possible au premier temps, d'achromatopsies pour le rouge et le vert.

Troisième temps : La vis droite est sur un chiffre moyen 13-15. On fait régler la vis gauche : si l'équation est obtenue pour un chiffre supérieur à 66, il s'agit de protanomaux; si elle est obtenue pour un chiffre inférieur à 52, il s'agit de deutéranomaux. Entre 52 et 64, le résultat reste indécis.

Quatrième temps : La vis gauche est placée sur le chiffre moyen des deutéranomaux (40). On règle la vis droite : si l'équation est possible, il s'agit de deutéranomalie, sinon on met la vis gauche sur les chiffres 39, 41, 42; s'il n'y a pas d'équation, le résultat reste indécis.

Cinquième temps : La vis gauche est mise sur le chiffre moyen des protanomaux (69). Si l'équation est possible, il s'agit de protanomalie, sinon on déplace un peu la vis gauche entre 68 et 70. Si l'on n'a pas de résultat, on peut recommencer avec des chiffres intermédiaires.

Résultats. — Entre 56 et 64, le sujet peut être considéré comme normal. Entre 52 et 56, 61 et 64, il s'agit de cas

limites, et l'on détermine alors la largeur de l'équation en faisant varier légèrement la vis gauche.

Les achromatopes ont une équation possible pour n'importe quel réglage.

On peut se contenter de noter les résultats, ou bien l'on peut en donner une représentation graphique, qui permet de reconnaître du premier coup d'œil l'anomalie dont est atteint le sujet examiné. Pour cela, on porte en abscisse le résultat obtenu au mélangeur, et en ordonnée le chiffre correspondant à la lumière jaune. Si l'équation est impossible, on n'ajoute rien. Ce système permet d'apprécier rapidement l'amplitude de l'équation.

Il faut se méfier des individus qui ont une hypersensibilité aux couleurs et qui n'arrivent pas à réaliser l'équation : il y a lieu de les placer plutôt parmi les anomaux que parmi les sujets à sens chromatique normal.

L'anomaloscope est un excellent appareil : « Il se prête mieux que tout autre appareil à l'obtention de l'équation de Rayleigh, et devrait toujours être utilisé, soit dans les cas douteux, soit dans les contre-expertises. » (Oblath.) On a reproché à l'anomaloscope l'existence d'une ligne rouge ou verte séparant les deux champs à égaliser. Certains sujets nettement achromatopes réalisent cependant l'équation normale, mais ces cas sont très rares.

La plupart des auteurs le considèrent comme le meilleur appareil, certains mêmes en conseillent l'emploi pour tous les examens chromatiques. Van de Valle pense que le meilleur appareil serait constitué par un anomaloscope avec champ lumineux à 5 mètres. M. le Professeur Bourdier reproche aux appareils spectraux de ne pas permettre l'étude des sensibilités chromatiques en fonction de l'éclairement.

Cet appareil, indispensable au chercheur, est d'un emploi pratique difficile pour l'examen courant : la plupart des sujets examinés n'ont jamais regardé dans une lunette; il faut donc leur expliquer longuement ce qu'on attend d'eux. D'autre part, l'examen, comprenant plusieurs temps, est long par lui-même.

CHAPITRE VI

On peut se demander, au point de vue pratique, quelle est la meilleure méthode de dépistage et quelles sont les décisions à prendre.

La méthode la plus commode est certainement la méthode des tableaux pseudo-isochromatiques. Elle est rapide et sûre, mais ne permet qu'un dépistage global des anomalies. Excellente pour les administrations qui sont surchargées d'examens, elle est insuffisante pour le physiologiste. Les meilleurs tests pseudo-isochromatiques sont ceux de Ishihara : ils sont clairs, les chiffres sont bien formés, ce qui permet une lecture rapide.

La méthode des laines de Holmgren, outre qu'elle demande beaucoup de temps si l'on veut l'appliquer consciencieusement, est nettement insuffisante :

Dans une statistique que nous avons faite à l'Ecole du Service de Santé de la Marine et à l'Ecole pratique d'Industrie à Bordeaux, nous avons trouvé, à l'aide des tables de Ishihara, un pourcentage de 5 p. 100 de dyschromatopes parmi 400 jeunes gens antérieurement examinés par le procédé des laines.

Les tables de Ishihara ont été rendues obligatoires pour l'examen des officiers dans la marine de guerre française par Circulaire ministérielle du 27 mai 1936.

Les appareils à feux sont utiles pour l'examen de la chromatopsie centrale.

L'anomaloscope, indispensable au chercheur, permet de faire un diagnostic précis de l'anomalie. Mais son emploi est délicat et demande beaucoup de temps. C'est, sauf dans

de très rares exceptions, l'appareil qui donne le plus de garanties.

On aura intérêt, étant donné l'importance de la cécité des couleurs dans les services de sécurité, à examiner les sujets à l'aide de plusieurs méthodes. L'anomaloscope sera réservé pour les expertises et pour l'examen du personnel des services de sécurité.

Une fois la dyschromatopsie reconnue, la conduite à tenir diffère selon qu'il s'agit d'un postulant ou d'un sujet déjà employé; elle diffère aussi selon qu'il s'agit d'une dyschromatopsie acquise ou de daltonisme. Les postulants seront éliminés s'ils ont le moindre défaut du sens chromatique. Les employés des services de sécurité seront simplement changés de service.

Les employés atteints de dyschromatopsies acquises, susceptibles de s'améliorer ou de guérir complètement par la suppression de leur cause, seront momentanément retirés des services de sécurité. Ils pourront être repris après guérison complète.

Voici deux observations types que nous devons à la bienveillance de M. le Docteur Onfray, et qui donnent une idée de la façon dont les dyschromatopes se conduisent envers les différents tests :

Observation I.

M. X...

Réflexes oculaires normaux.

V. O. D., 10/10.
V. O. G., 10/10.

Il ne lit pas dans les tables de Ishihara les chiffres rouge pâle des tableaux 6 et 7; mais devine les chiffres vert pâle des tableaux 8 et 9.

Il lit les tables de confusion (10 et 11), et, aux tables 12 et 13, lit les chiffres 6 et 2.

Aux tables de Stilling, il lit les rouges saturés, mais ne voit pas les roses.

A l'anomaloscope, il reconnaît le rouge saturé, le vert saturé, mais, dans l'équation de Rayleigh, met trop de rouge. C'est donc un protanomal.

A l'épreuve des feux, il reconnaît le feu rouge bien éclairé, mais ne le reconnaît que très péniblement quand il est faiblement éclairé.

Aussitôt après, un feu jaune lumineux est dénommé vert. De plus, il confond le vert et le blanc d'une façon à peu près constante.

Observation II.

M. Z...

Réflexes oculaires normaux.

V. O. D., 10/10.

V. O. G., 10/10.

Il ne lit pas les tables d'Ishihara. Dans les tables 12 et 13, il lit 2 et 4.

A l'anomaloscope, il met trop de vert : il est donc deutéranomal.

A l'épreuve des feux, il n'a pas commis d'erreurs, mais en avait commis aux épreuves précédentes.

CONCLUSIONS

I. — On rencontre environ 10 p. 100 de dyschromatopes parmi les hommes et 0,4 p. 100 chez les femmes.

II. — La classification des dyschromatopsies n'est encore que provisoire. Il y a lieu de distinguer, au point de vue pratique, les dyschromatopsies acquises du daltonisme proprement dit.

III. — L'examen du sens chromatique est délicat et demande à être fait par un spécialiste.

IV. — Aucune méthode n'étant parfaite, il faudra utiliser concurremment plusieurs méthodes, dont au moins un test pseudo-isochromatique et un appareil à feux.

V. — La méthode des laines de Holmgren est tout à fait insuffisante.

Les tests pseudo-isochromatiques sont très pratiques. Les tables de Ishihara sont de beaucoup les meilleures.

VI. — L'anomaloscope donne des renseignements quantitatifs et présente, sauf dans de très rares cas, le maximum de garanties. Son prix et la longueur de l'examen limitant son emploi, on l'utilisera pour les expertises et pour l'examen des sujets qui ont besoin d'un sens chromatique affiné (conducteurs de locomotive, officiers de marine, aviateurs).

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et, s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession honoré à jamais parmi les hommes; si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu, bon a imprimer :
Le Président,
M. TEULIERES.

Vu : *Le Doyen,*
PIERRE MAURIAC.

Vu et permis d'imprimer :
Bordeaux, le 4 Décembre 1936.
Le Recteur de l'Académie,
A. TERRACHER.

BIBLIOGRAPHIE

Abney. — Colour vision, Londres, 1895.

— Colour blindness and trichromatic theory of colour vision. *Proceeded R. Soc.*, London, 1910, LXXXIII.

Adrogue et J. A. Seña. — La vision des couleurs. *Arch. d'ophtalm.*, Buenos-Ayres, 1er semestre 1934.

Allen (T. D.). — Traffic lights for colour blinds. *Am. J. of Opht.*, 17, 432-433, mai 1934.

— Le principe de l'induction dans la vision des couleurs. *Am. J. of Ophtalm.*, v. XV, n° 7, juillet 1932.

Angelucci. — Les peintures des daltoniens. *Annal di Ottal.*, 1907, XXXVI.

Arganaraz et Adrogue. — Notes sur le daltonisme. *La Semana med.*, n° 44, 29 oct. 1931.

— Examen du sens chromatique. *La Semana med.*, n° 2, 1205-1214, 1935.

Armaignac. — Quelques réflexions sur la vision des couleurs et daltonisme. *Ann. d'oculistique*, 1912, CXLVIII.

Baldwin. — The lantern test for colour blindness. *Lancet*, 1911.

Barthélemy. — Examen de la vision devant le conseil de revision et de réforme de l'armée et de la marine, Baillière, Paris, 1889.

Batut. — De la chromatopseudopsie plus spécialement acquise. Thèse Paris, 1879.

Beach. — Total congenital colour blindness, ist general medical aspect with report of three cases. *Tr. Sect. Opht. A.M.A.*, p. 52-63, 1928.

Becker (Otto). — Ein Fall von angeborener einseitiger totaler Farbenblindheit. *Graefes Arch. fur Opht.*, 1879, XXV, 2.

Bertier. — Du daltonisme, et plus spécialement de la dyschromatopsie acquise. Thèse Paris, 1876.

Bickerton. — Colour blindness and defective eyesight in officers and sailors. Edimbourg, 1890.

Blum et Shaaf. — Le daltonisme. *Le Languedoc médical*, n° 1, janv. 1930, p. 42.

— Le daltonisme. Masson et Cie, Paris, 1929.

Birkhoff. — Bidrage tot fur kernis des erythropsie. Leyden, 1899.

Bonner (W. B.). — Daltonisme unilatéral. *Am. J. of Opht.*, vol. 9, août 1926, n° 8, p. 603.

Bouasse. — Vision et reproduction des formes et des couleurs.

Bourdier et Shaaff. — Les procédés d'examen de la vision des couleurs. *Ann. d'oculistique*, 168-479-482, juin 1931; *Bull. Soc. opht.*, Paris, 16 nov. 1930.

Brangeschetti (A.). — Die bedentung der Einstellungsbreite am anomaloscope fur die Dagnose der einselnen Typen der Farbensinnstorungen, nebst Bemerkungen über ihren vererbungsmodus. *Schweiz. med. Wchuschr.*, 58, 1273-1279, 29 déc. 1928.

Buffler. — On the futility of the official test for colour blindness. *Brit. med. J.*, 1910.

Burch. — On artificial temporary colour blindness. *Proceed. R. Soc.*, London, 1898, LXIII.

Caanitz. — Existence de troubles congénitaux du sens des couleurs; importance pratique au point de vue de la marine, des chemins de fer et de l'aviation. *Deutsch. Med. Wochenschr.*, *t.* 61, n° 8, 22 févr. 1935.

Cantonnet. — L'achromatopsie congénitale totale. *Arch. d'opht.*, 1913, XXXIII.

Carter. — On colour blindness. London, 1881.

Cesarini. — De la vision des couleurs et de la dyschromatopsie. Thèse Alger, 1924.

Cluzet et Ponthus. — Sur la mesure du champ visuel des couleurs. Résultats périmétriques obtenus avec des tests dits monochromatiques. *C. R. Soc. de biologie*, 108, 1232-1235, 8 janv. 1932.

Cohn (Hermann). — Studien über angeborene Farbenblindheit. Breslau, 1879.

Cohn et Magnus. — Untersuchung von 5.000 Schulkindern in Bezug auf Farbenblindheit. *Centralbl. f. prakt. Augenheilk.*, 1879, 2.

Collins. — Zur Kenntnis und diagnose der Angeborenen Farbensinnstörungen. Berlin, 1906.

— Colour blindness, its relation to other ocular conditions. Washington, 1918.

Copper (H.). — Périmétrie des couleurs. Soc. belge d'opht., 27 nov. 1904.

Cunier. — Curieuse observation d'une achromatopsie héréditaire depuis cinq générations. *Ann. d'oculistique*, 1838.

Dahms. — Ueber Halbseitige Farbenblindheit. Thèse Leipzig, 1895.

Dekersmacker. — Le daltonisme et les altérations du sens visuel en général. Bruxelles, 1884.

Doederlein. — Ueber vererbung von Farbensinnstörungen. *Arch. f. Augen heilk.*, Bd. 90.

Donders. — Remarks on colours and colour blindness. *British med. J.*, 1880.

— Ueber Farbensystheme. *Graefes Arch. f. opht.*, 1881, XXVII.

— Farbengleichungen. *Arch. f. Anat. und phys.*, 1884.

Dor. — Du daltonisme. *Lyon méd.*, 1874, XVI.

Dor et Favre. — Nouvelles recherches sur la détermination quantitative de la vision colorée. Lyon, 1878.

Dufour (Marcel). — L'emploi des filtres colorés et la vision des couleurs. *Ann. d'oculistique*, 1924, CLXI.

Dufour (W.). — Sur la vision des couleurs. *C. R. Soc. de biologie*, Paris, CV, p. 934, 8 janv. 1931.

Engelking, Mc Mullen, Onfray, Versey (1929). — Rapport sur l'unification des prescriptions visuelles pour les aviateurs, les chauffeurs, les employés de chemins de fer et les marins. *XIII^e Congrès d'ophtalmologie*, Amsterdam, p. 130.

Engelking. — Die tritanomalie, ein bisher unbekannter Typus anormaler trichromasie. *Arch. f. Opht.*, 1925, Bd. 116.

Engelking. — Ueber den Verlauf der Eichwertkurven bei den anormalen trichromaten. *Klin. Monatsbl. f. Augenh.*, 1927, LXXVIII.

— Grund und Figuer in ihrer Bedentung fur des Farbensehen des anormalen trichromaten. *Arch. f. Opht.*, Berlin, CXXI, p. 479, 1929.

Favre. — De la dyschromatopsie dans ses rapports avec la navigation. *Marseille médical*, 1871.

— Réforme des employés de chemins de fer affectés de daltonisme. *Lyon médical*, 1873, XIV.

— Recherche clinique sur le daltonisme. Lyon, 1876.

— Du traitement du daltonisme dans les écoles. Lyon, 1877.

— Sur le diagnostic du daltonisme. *Lyon médical*, 1878, XXVII.

— Sur le traitement du daltonisme congénital par l'exercice chez l'enfant et chez l'adulte. *Lyon médical*, 1879, XXX.

Ficeman et Hamilton. — Blue excitation curve of dichromats. *Ann. J. of phys.*, Baltimore, CI, p. 686, sept. 1932.

Frédéric et Nuel. — Eléments de physiologie humaine.

Fukala. — Ein Fall von seltener absoluter Farbenblindheit. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.*, 1898, XXXVI.

Galezowski. — Quelques considérations sur la cécité par cause pathologique pour les couleurs. *Ann. d'oculistique*, 1871, LXV.

Galloway. — On an interesting case of the partially colour-blind. *Amer. J. psychol.*, 1911, XXIII.

Geissler. — Die Farbenblindheit, ihre Prüfungsmethoden und ihre praktische Bedeutung, 1882.

Gelfke. — Ueber die Beziehungen der Farbenlindheit zum Eisenbahnbetriel Karlsruhe, 1894.

Gerloff. — Beobachtungen in bezug auf des Seh-und Farbenunterscheidungsvermögen bei derletzten Wiederholung sprüfung. *Z. f. Bahn und kassenärzte*, 1913.

Gerlz. — Einiger Bemerkungen über das zentrale Sehen bei der angeborenen totalen Farbenblindheit. *Arch. f. Augenheilk.*, 1903, LXI.

Goeldner. — Casuistischer Beitrag zur Farbenblindheit. Thèse de Dorpat, 1900.

Gœthlin (Upsala). — Hérédité dans la dyschromatopsie et l'achromatopsie. *Acta opht.*, vol. II, fasc. I.

Green (Edridge). — Remarks on colour blindness and the tests to be adopted for its detection. *Opht. Rev.*, 1900, XIX.

— Colour-blindness and colour perception. London, 1909.

Grunert. — Ueber angeborene Farbenblindheit. *Graefes Arch. f. opht.*, 1903, Bd. 56.

Gullstrand. — Die Farbe der Macula centralis retinæ. *Graefes Arch. f. opht.*, 1905, vol. 62.

Guttmann. — Untersuchungen über Farbenschwäche. *Z. f. sinnesphysiol.*, 1909, n°s 43-42.

— Farbensinn und Malerei. *Die Umschau*, 1909, XIII.

— Anormale Nachbilder. *Z. f. Sinnesphysiol.*, vol. 57.

Haas. — Remarques expérimentales sur le mélange des couleurs. *Bull. Soc. d'ophtalm. de Paris*, 1924.

— Expériences sur la sensation de jaune obtenue par le mélange spectral. *C. R. des séances de l'Académie des sciences*, 21 janv. 1924.

Hack. — Examination of colour sens. *Ztschr. f. Bahnar. zte*, 27, 119-125, mai 1932.

Haldane. — Vision de la luminosité et de la couleur. *The British. med. J.*, n° 3807, 23 déc. 1933.

Hartung. — Ueber drei familiäre Fälle von Tritanomalie. *Klin. Monatsbl. Augenheilk*, 1926, LXXVI.

Hatridge. — Colour blindness and Young's hypothesis. *The British. J. of opht.*, 1920, IV.

Helmholtz (Von). — Handbush der physiologischen Optik. Hamburg, Leipzig, 1911-09.

Hering. — Zur Lehre von Lichtsinn. Wienn, 1878.

Hermann. — Ein Beitrag zur Kasuistik der Farbenblindheit. Thèse de Dorpat, 1882.

Hess (Von). — Zur Lehre von den Nachildren und der totalen Farbenblindheit. *Arch. f. Augenh.*, 1901, XLIV.

— Weitere Untersuchungen üeber Farbenblindheit. *Zeitschrift f. Psychol.*, 1902, XXIX.

Holmgren. — De la cécité des couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la marine.

Houston. — New ideas about colour vision. *Sciences progr.*, 25, 270-281, oct. 1930.

Jeffriers. — Incurability of congenital colour blindness. *Boston med. and Surg. J.*, 1878, XCVIII.

Jennings. — Colour vision and colour blindness. Philadelphia, 1905.

— Monocular colour blindness after a blow on the head. *Am. J. of opht.*, series 3, vol. VIII, n° 3, 1926.

Juler. — Congenital total colour blindness. *Opht. Rev.*, 1910, XXIX.

Keersmacker. — Diagnostic du daltonisme par la méthode dite des laines colorées. *Rev. clin. d'ocul.*, 1881.

Kœllner. — Ueber das Grenzgebiet über Farbenschwäche und normalem Ferbensinn. Ber. über die 37 opht. Gesellsch zu Heidelberg, 1921.

— Die Storungen des Farbensinnes, irhe Klinishe Bedeutung und irhe Diagnose. Verl. karger, Berlin, 1912.

Kries (V.). — Zur physiologischen Farbenlerhe. *Klin. Monatsbl. f. Aug.*, 1923, Bd. 70.

Laet (de) et Van de Claseyde. — L'examen du sens chromatique dans la sélection professionnelle. Soc. belge d'opht., séance du 25 nov. 1935; in *Bruxelles médical*, n° 8, 23 déc. 1934.

— Etude critique des méthodes de dépistage du daltonisme. *Strasbourg médical*, 25 mars 1935.

Lagrange et Valude. — Encyclopédie française d'ophtalmologie. Paris, Doin.

Landolt. — Le syndrome achromatopsie totale. *Ann. de méd.*, 1916.

— Couleurs saillantes et couleurs en retrait. *Arch. d'opht.*, 1925, t. 42.

Lapersonne (de). — Sur l'examen de la vision des employés de chemin de fer. *Bull. Académie de méd.*, 12 janv. 1926, p. 34.

Laurent. — Du daltonisme, étiologie, fréquence, danger. Thèse de Paris, 1883.

Lederer. — Farbenblindheit und Mangelhafter Farbensinn. *Wiener med. Wochenschr.*, 1878, XXVIII.

Macé et Nicati. — Recherches sur le daltonisme. *C. R. Acad. des sciences*, 1879, LXXXIX.

Magnus. — Die Farbenblindheit, irhe Wesen, irhe Bedeutung. Breslau, 1878.

Maret (Paul). — Etude critique des différentes méthodes employées pour la recherche du daltonisme. Thèse de Strasbourg, 1929.

Marques. — Leciones di ophtalmologia clinica. Madrid, 1926.

Marshall. — The Royal society and the tests for colour blindness. *Brit. med. J.*, 1908,

Menacho. — Las exigencias de la Industria respecto a la man de obra en relation con la aptitud visual. *Arch. d'opht. hispano-amér.*, 1931, 135-147, mars 1931.

Middleton. — A signal lantern for testing colour blindness. *J. Amer. Med. Assoc.*, 1907, LIX.

Miles (W.-R.) et Baumont (H.). — Test monoculaire du daltonisme. *Am. J. of. opht.*, juill. 1931, vol. 14, n° 7, 636-639.

Miles et Craig. — Colour blindness in dry-goods salemen. *Person. J.*, 437-449, avril 1931.

Noël. — De la chromatopseudopsie. Thèse de Paris, 1857.

Oloff. — Die unetrsuchungen angeborenen Farbensinnstörungen. *Klin. Mon. f. Augenh.*, 1924, LXXII.

Onfray et Petit. — Chromatisme et sécurité. *Ann. d'ocul.*, 172, 213-221, mars 1935.

Ovio (G.). — La vision des couleurs. Libr. F. Alcan, Paris, 1932.

Pech (J.-L.). — Le daltonisme, faits expérimentaux. *Presse médicale, Paris*, XXXV, III, p. 1736, 17 déc. 1930.

Pfluger. — Zur diagnose der Farbenblindheit. *Centralbl. f. Prakt. Augenh.*, 1881, V.

Polack. — Le chromatisme de l'œil. Soc. d'opht. de Paris, 1923.

— Test du sens chromatique. *Bull. et Mém. de la Soc. franç. d'opht.*, 44, 220-221, 1931.

— La vision des couleurs et ses anomalies. *Bull. et Mém. de la Soc. franç. d'opht.*, 47, 401-403, 1934.

Polack. — Quelles sont les couleurs dont la confusion est commune à tous les daltoniens ? *C. R. Acad. des sciences*, 193, 868-880, nov. 1931.

Ponthus. — Sur l'inégale sensibilité aux couleurs des parties périphériques de la rétine (*C. R. Soc. de biol.*, n° 24, t. CX, 11 juill. 1932, p. 854.

Ramsey. — A spectroscopic test for colour vision. Hospital London, 1908, XLV.

Reim (Hugo). — L'acuité visuelle et la perception des couleurs des employés de chemins de fer. *Am. J. of opht.*, vol. 10, avr. 1927, n° 4, p. 418.

Ribon. — Vision roja. *Repert. de med. y cir.*, Bogota, 1917, 17, VIII, p. 16.

Rosica. — Le anomalie del senso visivo nei pittori. *Giorn. di occul. Napoli*, IX, p. 122, déc. 1928.

Schaaf. — L'examen du sens chromatique dans les services des chemins de fer. Note présentée par le professeur de Lapersonne à l'Académie de médecine. *Bull. de l'Académie de médecine*, séance du 3 nov. 1925.

— L'examen pratique de la perception des couleurs. *Arch. d'opht.*, 1927.

— La vision chromatique des daltoniens. Soc. franç. d'opht., 1926.

Schaaf et Blum. — Le daltonisme. Masson, Paris, 1929.

— Etude comparative des différents procédés employés pour la recherche du daltonisme, et présentation de tests nouveaux. *Bull. Soc. d'opht. de Paris*, 1925.

— Nouveaux tests pour l'examen du sens chromatique. *Rev. d'oto-neuro-ocul.*, t. IV, n° 5, mai 1926.

Simon. — Einige Bemerkungen zum Stargardt Orloffschen Diagnostik der Ferbensinnstörung. *Zeitschr. f. Bahn. und Kassenärzte*, 1923.

Smith (H. L.). — Digitalis delirium with colored-vision. *J. Iowa med. Soc. des Moines*, XXI, p. 173, avr. 1931.

Snyder. — An experimental study of four cases of colour blindness. *Am. J. Psych.*, 41, 398-411, july 1929.

Soriano. — Diagnostic de la cécité des couleurs. *La clin. d'opht.*, 1928, VI.

Taylor. — Clinical notes on examination for colour blindness by the lantern tests. *Opht.*, 1914, X.

Tsherning et Larsen. — Colour vision and its anomalies. *Acta opht.*, 1927.

Van de Walle. — L'examen du sens chromatique. *Bruxelles médical*, p. 652, 16 avr. 1933.

Verrey (Wesphal). — L'anomaloscope et l'examen de la perception colorée.

Vogelgesand. — Der Augenheilkunde des Praktischen Artz storungen der Lecht und Farbensinnes. *Med. Klin.*, Berlin, XXVII, p. 19, 2 janv. 1931.

Weekers. — Etude critique des méthodes de dépistage du daltonisme. Acad. royale de méd., séance du 26 janv. 1935; in *Bruxelles médical*, n° 20, 17 mars 1935.

— L'aptitude psychologique des conducteurs d'automobiles. *Arch. d'ophtalm.*, 1929, p. 717-733.

Weekers et Landolt. — Traité d'ophtalmologie. Paris.

Winfield et Strong. — The Herring colour blindness apparatus and the normal Raleygh equation. *Am. J. of psychol.*, 1921, XXXII.

Young. — Threshold test for difference of light intensity and colour blindness. Londres, 1918.

— Test pour l'étude du seuil de la vision des couleurs. *The British Journ. of ophtalm.*, vol. II, n° 7, juill. 1918, p. 384.

Yves et Barrat. — Le daltonisme dans la marine. *Arch. de médecine navale*, 1er trimestre 1936.

19.924. — Bordeaux, Imprimerie Centrale Delmas, 6, place Saint-Christoly. — 1936.